

# Diseño Asistido por Computador, una poderosa herramienta incorporada a la formación de Suboficiales FAC

CARLOS GUSTAVO SALAMANCA HERRERA\*\*

## ABSTRACT

Aircraft, appliances, tools and equipment design, mayor repairs, alterations and modifications are, between others, computer aided design (CAD) aeronautic applications, that ESUFA have incorporated in its Aeronautical Maintenance Technology.

**Key Words:** Diseño, CAD, modelado, manufactura, aeronáutica, formación, Suboficiales, Fuerza Aérea Colombiana.

## RESUMEN

Diseño de aeronaves, partes, herramientas y equipo, reparaciones mayores, alteraciones, y modificaciones son, entre otros, las aplicaciones en el diseño aeronáutico asistido por computador, que ESUFA ha incorporado en su Tecnología de Mantenimiento Aeronáutico.

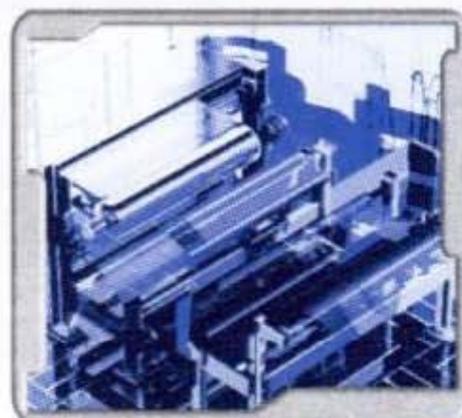
El término diseño procede del vocablo italiano 'disegno'. En nuestro contexto se utiliza para caracterizar la "representación gráfica, de acuerdo con una idea creativa previa, de un objeto artístico o funcional, de un dispositivo mecánico, o de la estructura o funcionamiento de un sistema o proceso".

En un sentido amplio, podemos entender el Diseño Asistido por Computador (CAD) como la "aplicación de la informática al proceso de diseño"(salm87). Puntualizando la definición, entenderemos por Sistema CAD, una herramienta software que aborda la automatización global del proceso de diseño de un determinado tipo de ente, para descartar, como sistemas CAD las aplicaciones que incidan tan solo en algún aspecto concreto del proceso de diseño.

Un CAD proporciona todas las herramientas necesarias para ejecutar proyectos de diseño, desde el primer boceto hasta el dibujo final, ya trabaje sólo o en colaboración con un equipo de diseño.

El desarrollo de un sistema CAD se basa en la representación computacional del modelo. Esto permite realizar automáticamente el dibujo de detalle y la documentación del diseño, y posibilita la utilización de métodos numéricos para realizar simulaciones sobre el modelo, como una alternativa a la construcción de prototipos.

El ciclo de diseño utilizando un sistema CAD se ve afectado, tan solo, por la inclusión de una etapa de simulación entre la creación del modelo y la generación de bocetos. Esta simple modificación supone un ahorro importante en la duración del proceso de diseño, ya que permite adelantar el momento en que se detectan algunos errores.



Solid Edge V14 Académica - Tutoriales

\*\* Ingeniero Aeronáutico, Especialista en Logística Aeronáutica (Instituto Militar Aeronáutico-FAC), Catedrático Escuela de Suboficiales FAC y Universidad Las Libertades, Asesor Aeronáutico certificación de empresas y productos, Presidente de la Asociación Colombiana de Ingenieros Aeronáuticos.

## ESTRUCTURA DE UN SISTEMA CAD

Un sistema CAD debe realizar las siguientes funciones (Brun86):

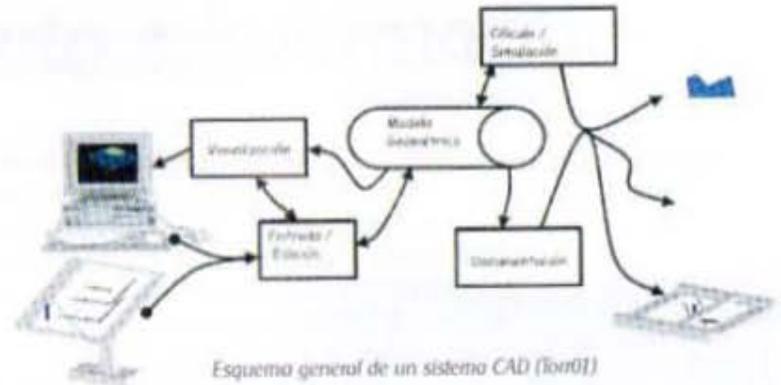
- 1) Definición interactiva del objeto.
- 2) Visualización múltiple.
- 3) Cálculo de propiedades, simulación.
- 4) Modificación del modelo.
- 5) Generación de planos y documentación.
- 6) Conexión con CAM (Manufactura Asistida por Computador).

No obstante, los tres campos clásicos de aplicación son la ingeniería civil, el diseño industrial y el diseño de hardware.

Es posible encontrar en el mercado aplicaciones específicas para un campo concreto junto con aplicaciones de tipo general, que básicamente son editores de un modelo geométrico, sobre las que se pueden acoplar módulos de simulación o cálculo específicos para un campo concreto. Este último es el caso de AUTOCAD, 3D-Studio, Solid Edge (EDS PLM) y MICROSTATION.

El diseño industrial es el campo típico de aplicación, y en el que se comercializan más aplicaciones. Se utilizan modelos tridimensionales, con los que se realizan cálculos y simulaciones mecánicas. La naturaleza de las simulaciones depende del tipo de elemento a diseñar. En el diseño de aeronaves es normal simular el comportamiento aerodinámico; en el diseño de piezas mecánicas se puede estudiar su flexión, o la colisión entre dos partes móviles. Entre las aplicaciones comerciales de tipo general cabe destacar CATIA (IBM), I-DEAS (SDRC), PRO/ENGINEER (PTC), UNIGRAPHICS, entre muchas otras.

En el diseño de hardware podemos encontrar desde aplicaciones para el diseño de placas de circuitos impresos hasta aplicaciones para el diseño de circuitos, incluyendo circuitos integrados.

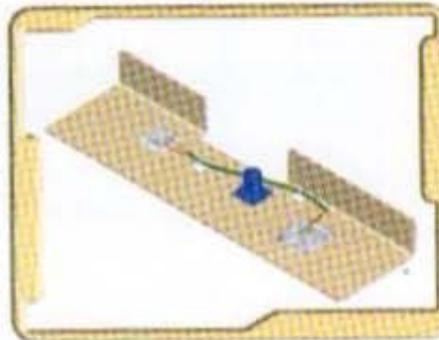


Esquema general de un sistema CAD (Iorr01)

En este último campo es fundamental la realización de simulaciones del comportamiento eléctrico del circuito que se está diseñando.

## EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL CAD

Desde hace más de 40 años se introdujo el diseño mecánico asistido por computadora con el ánimo de minimizar los errores de diseño que se presentaban en el momento de proyectar y desarrollar un proceso de manufactura.



Solid Edge V14 Académica - Tutoriales

Pero exactamente el término Diseño asistido por ordenador fue acuñado por Douglas Ross y Dwight Baumann en 1959, y aparece por primera vez en 1960, en un anteproyecto del MIT, titulado 'Computer-Aided Design Project' (Mass87). En aquella época ya se había comenzado a

trabajar en la utilización de sistemas informáticos en el diseño, fundamentalmente de curvas y superficies.

Estos trabajos se desarrollaron en la industria automovilística, naval y aeronáutica. Un problema crucial para esta industria era el diseño de superficies, que se resolvía, siempre que era factible instanciando curvas y superficies conocidas y fácilmente representables (círculos, rectas, cilindros, conos, etc.). Las partes que no podían ser diseñadas de este

modo, como cascos de buques, fuselaje y alas de aviones o carrocerías de coches, seguían procesos más sofisticados.

El primer trabajo publicado relacionado con la utilización de representaciones paramétricas para curvas y superficies fue escrito por J. Fergusson en 1964, quien exponía la utilización de curvas cúbicas y trozos bicúbicos. Su método se estaba usando en el diseño de alas y fuselajes en Boeing.

Previamente Paul de Castelju desarrollo, en torno a 1958, un método recursivo para el diseño de curvas y superficies basado en el uso de polinomios de Bernstein, en Citroën. Sus trabajos, no obstante no fueron publicados hasta 1974. Paralelamente, y de forma independiente Pierre Bézier, trabajando para Renault desarrollo la forma explícita del mismo método de diseño, que hoy se conoce como método de Bézier.

Uno de los hitos en el desarrollo del CAD fueron los trabajos de Ivan Sutherland quien realizó su tesis doctoral sobre desarrollo un sistema de diseño en el MIT en 1963 (Fole90). El sistema permitía la definición y edición interactiva de elementos geométricos, que podían ser almacenados de forma concisa.

Por la misma fecha, y también en el MIT Steve Coons comenzó a desarrollar técnicas de diseño de superficies basadas en la descomposición en trozos, que fueron aplicados al diseño de cascos de buques en 1964.

El modelado de sólidos tuvo un desarrollo más tardío. Tal vez, los primeros antecedentes sean los trabajos desarrollados por Coons en el MIT entre 1960 y 1965, que se centraron en la aplicación de métodos numéricos a sólidos creados por barrido.

Los primeros trabajos relacionados con el modelo de fronteras se desarrollaron en la Universidad de

Cambridge (UK), a finales de la década de los sesenta. No obstante, el desarrollo del modelado de sólidos como disciplina, se debe en gran parte a los trabajos de Aristides Requicha y Herbert Voelcker en la Universidad de Rochester durante la década siguiente.

En 1974 Baumgart propuso la representación mediante aristas aladas (windged-edges) para B-rep, y propuso la utilización de operadores de Euler para editar la representación.

A finales de la década de los sesenta y principios de los setenta, se comenzaron a desarrollar modeladores de sólidos. Entre ellos cabe destacar EUCLID, desarrollado por J.M. Brunn Francia (Brun83), PADL-1 de la Universidad de Rochester, Shapes del MIT, TIPS-1 desarrollado por Okino.

El Boeing 777 fue el primer avión comercial en ser completamente diseñado por una computadora. No hubo ningún diseño hecho en papel. Todo fue

creado con un software 3D CAD, conocido como CATIA. Esto permitió que se ensamblara virtualmente un 777, permitiendo a los ingenieros examinar posibles interferencias y probar si los cientos de partes ajustarían apropiadamente antes de que los prototipos físicos fueran creados.



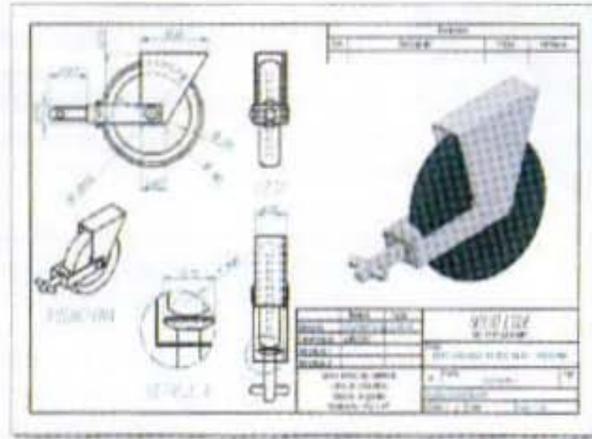
#### APLICACIÓN EN LA INDUSTRIA AERONÁUTICA

Muchas empresas han desarrollado software con aplicativos a la industria aeronáutica que incluyen la estandarización de parámetros de diseño enfocados a diferentes aplicaciones, entre ellas los sistemas hidráulicos, neumáticos, eléctricos, de combustible, mecanismos, diseño de estructuras (metálicas, no metálicas y estructuras aeroespaciales) y aerodinámica así como la interacción de los mismos y sus análisis de comportamiento frente a factores propios de desempeño, entre los cuales se

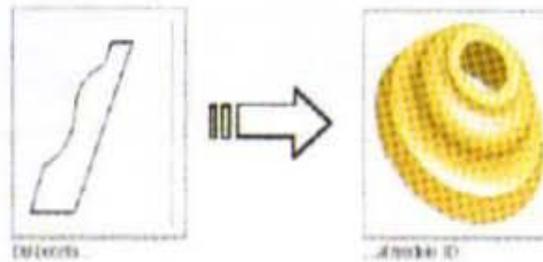
encuentran factores de temperatura, rozamiento, ergonomía, fricción, esfuerzos y análisis estructural estático y dinámico, además de toda una infinidad de aplicaciones como grande es el campo del diseño.

ESUFA, hace mas de dos años incorporó esta poderosa herramienta dentro de su Tecnología de Mantenimiento Aeronáutico mediante la asignatura de "Sistemas CAD", con el objeto de proyectar el desempeño de los suboficiales en áreas del diseño, mas concretamente en soluciones para la ejecución de actividades propias de mantenimiento de los productos aeronáuticos así como sus reparaciones, modificaciones y alteraciones mayores además de proveer a la FAC personal capacitado en esta rama del diseño CAD. De esta manera la Escuela de Suboficiales de la Fuerza Aérea Colombiana adquirió una serie de programas, entre ellas Autodesk Inventor®, Mechanical Desktop® y Visual Nastran®<sup>18</sup>) con los cuales los estudiantes una vez adquieren los conocimientos básicos de dibujo técnico son introducidos en el CAD (2D) lo cual minimiza los errores en el dibujo, permite utilizar la normatividad Internacional en materia de normas técnicas de dibujo, pero el éxito en la utilización de sistemas CAD radica en la reducción de tiempo invertido en los ciclos de exploración. Fundamentalmente por el uso de sistemas gráficos interactivos, que permiten realizar las modificaciones en el modelo y observar inmediatamente los cambios producidos en el diseño.

La asignatura Sistemas CAD, además de dibujo 2D, incluye dentro del programa el modelado 3D (tercera dimensión) que permite al estudiante la creación de piezas simples y complejas dependiendo de su nivel de destreza y aplicación de herramientas del programa. Una de las grandes ventajas del modelado 3D es la facilidad para la elaboración de planos a partir de una figura ya desarrollada, sin embargo dependiendo de la complejidad de las piezas e requerirá el ensamble de varias piezas, es el caso de conjuntos de piezas que unidas forman los mecanismos que común-



Trabajos de Grado Estudiantes ESUFA  
Solid Edge V14 Académica - Tutoriales

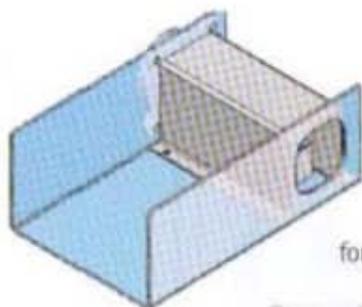


Autodesk Inventor, Tutorial



Diseño desarrollado por los  
estudiantes de ESUFA  
Solid Edge V14 Académica

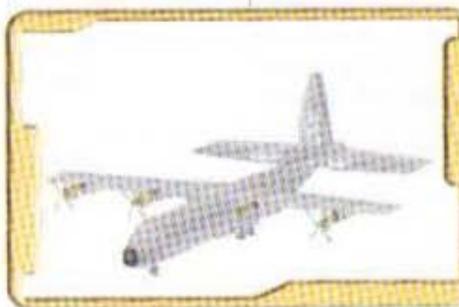
18. La gran variedad de software CAD hacen que un determinado programa sea viable para el diseño más no para la práctica. Ej. Programas de diseño arquitectónico, topográfico, obras civiles, mecánica, aeronáutica, naval, entre otros. (Ibn91)



Solid Edge V14  
Académica - Tutoriales

mente podemos encontrar en cualquier aeronave, para ello comúnmente se usan aplicaciones llamadas Conjuntos o Ensamblajes que permiten unir piezas o conjuntos de piezas para formar la deseada.

Otra aplicación que es impartida dentro de esta cátedra es el modelado de láminas (Chapas), que permite el diseño de cualquier tipo de pieza a partir de una lámina con un espesor predeterminado, allí se aplican conocimientos de estructuras y láminas para el diseño de reparaciones estructurales en materiales metálicos y compuestos, diseño de cajas para equipos electrónicos, embutidos, celosías y cualquier tipo de maquinado realizado por medio de troqueles o maquinaria industrial.



Diseño desarmado por los estudiantes de ESUFA  
TMA79-2 Solid Edge V14 Académica

Por último se generan simulaciones de movimiento de las piezas creadas, además de videos que permiten la visualización de los modelos creados y a su vez los respectivos análisis de esfuerzos estructurales estáticos y dinámicos.

En el momento ya se han desarrollado varios proyectos de grado usando como base programas de sistemas CAD, demostrándose de esta manera la viabilidad que esta herramienta brinda a los estudiantes y a su vez a la FAC.

Sin lugar a dudas esta herramienta permite al suboficial formarse integralmente entre la teoría la práctica y el diseño elevando los niveles de aprendizaje y aplicación de los conocimientos y destrezas que los alumnos adquieren el transcurso de su formación.

### BIBLIOGRAFÍA

Los contenidos de este tema son lo suficientemente generales como para que sean cubiertos por cualquier texto de CAD o Informática Gráfica, sin embargo, la confusión respecto a los términos y conceptos es muy grande.

(Ibra91) Ibraim Zeid; CAD/CAM Theory and Practice. Ed. McGraw-Hill Inc. 1991, 1052p.

(Brun86) Brunet P; "Diseño gráfico y modelado geométrico". Mompin J. (Ed.); "Sistemas CAD/CAM/CAE. Diseño y fabricación por ordenador". Marcombo 1986.

(Fole90) Foley J.D.; van Dam A; Feiner S.K.; Hughes J.F.; "Computer Graphics. Theory and Practice". Addison-Wesley 1990.

(Mass87) Massip R.F.; "Diseño industrial por computador". Marcombo 1987.

(Salm87) Salmon R.; Slater M.; "Computer Graphics: Systems and Concepts". Addison-Wesley 1987.

(Torr01) J.C. Torres "Diseño asistido por ordenador" 4o. Curso de Ingeniería Informática, 2001.